



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

Modalidad Artículo Académico

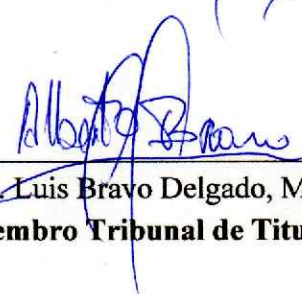
Abundancia, variabilidad estacional y aspectos de madurez sexual del *Mustelus henlei*
(Jordan & Gilbert, 1882) del pacífico ecuatoriano.

Autor

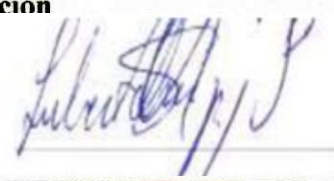
Baque Mendoza Valery Juliette



Dra. Dolores Muñoz Verduga, PhD.
Presidenta del Tribunal de Titulación



Blgo. Luis Bravo Delgado, Mg.
Miembro Tribunal de Titulación



Blgo. Quijije Javier Lubber, Mg.
Miembro Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador

Viernes, 14 de Febrero de 2025

Declaración de autoría


Yo, Baque Mendoza Valery Juliette declaro que he concluido la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo (a), con el tema: " Abundancia, variabilidad estacional y aspectos de madurez sexual del *Mustelus henlei* (Jordan & Gilbert, 1882) del pacífico ecuatoriano".

Se ha revisado la versión final del manuscrito y apruebo su presentación para su publicación. También garantizamos que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente.

Firma:



Baque Mendoza Valery Juliette
C.I. 1313933648

 Uleam <small>EL ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:


Haber dirigido, revisado y aprobado el Trabajo de investigación/artículo académico, bajo la autoría del estudiante **Baque Mendoza Valery Juliette**, legalmente matriculado en la carrera de biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de artículo académico, cuyo tema del proyecto es "**Abundancia, variabilidad estacional y aspectos de madurez sexual de Mustelus henlei del Pacífico ecuatoriano.**"

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 10 de enero de 2025.

Lo certifico,


Jesus Briones Mendoza PhD
Docente Tutor
Área: Ciencias pesqueras



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE BIOLOGÍA

Trabajo de titulación

Modalidad Artículo Académico

Tema:

Abundancia, variabilidad estacional y aspectos de madurez sexual de *Mustelus henlei* del Pacífico Ecuatoriano.

Autor:

Baque Mendoza Valery Juliette

Tutor:

Blgo. Jesús Briones-Mendoza PhD.

Período

2024 – 2025

ABUNDANCE, SEASONAL VARIABILITY AND ASPECTS OF SEXUAL MATURITY OF
Mustelus henlei (JORDAN & GILBERT, 1882) FROM THE ECUADORIAN PACIFIC.

Baque Mendoza Valery¹

¹ Biology Program, Faculty of Life Sciences and Technologies, Laica Eloy Alfaro University of
Manabí.

Email: e1313933648@live.uleam.edu.ec

ABSTRACT

The brown hound shark (*Mustelus henlei*) is a companion species captured in artisanal demersal fisheries off the coast of Ecuador. There is limited knowledge about its maturity parameters. It is currently categorized as least concern. It has rapid sexual maturity at a young age. In addition, this maturity changes due to some environmental factors and geographical position in the reproductive structures in both sexes, it is a species that has viviparous reproduction. Among the important characteristics that clearly differentiate males from females is given by their size, males have a lower average than females, the study took into account the maturity scales of both females and males with a scale of 3 stages of maturity development for males and 6 stages of maturity for females, in the sampling of individuals a smaller number of males than females were observed. Therefore, estimates of maturity of the hound shark were obtained. brown using multiple statistical approaches by sampling gonads and maturity selected from 150 specimens (112 females and 38 males). The sizes ranged from TL=75 cm- 69 males and LT= 65 females. The size of the male and female, their sexual maturity is between 57-60 TL, while the males are 55 and 56cm TL. The increase analysis provided conclusive information that during the months of January, September and October they present the highest average lengths.

Keywords: Sexual maturity, reproduction, fecundity, viviparous.

INTRODUCCIÓN

El sabueso pardo (*Mustelus henlei*) es un elasmobranquio epibentónico que se encuentra en aguas poco profundas del Océano Pacífico oriental desde el Golfo de California hasta Coos Bay, Oregón, en el hemisferio norte, y desde Ecuador hasta Perú en el hemisferio sur (Campos et al., 2009). El *M. henlei*, conocido como tiburón cazón pardo, presenta un cuerpo esbelto y una cabeza compacta. (Soto-López et al., 2018). Su órganos visuales, tienen una estructura ovalada y diminutos, su espiráculo es visible detrás del ojo, dientes pequeños y asimétricos, una coloración dorsal café claro y ventral de color blanco (Méndez, 2008). La primera aleta dorsal es triangular con el margen posterior rasgado, su origen da por encima del final de las aletas pectorales. (Soto-López et al., 2018). La segunda aleta dorsal es más larga que la aleta anal ya que la aleta anal es más corta, la aletas pectorales y el pedúnculo caudal son moderadamente largos (Compagno, 1984; Martínez-Ortíz, 2010). Este espécimen se encuentra en gran medida en la plataforma continental, preferentemente en aguas profundas, aunque también se ha registrado en bahías cerradas. Su hábitat puede extenderse desde la zona intermareal hasta los 200 metros de profundidad. (Byrne & Avise, 2012). *M. henlei* se alimentan principalmente de crustáceos (por ejemplo, decápodos y estomatópodos), cefalópodos y peces epibentónicos, y hubo muy poca evidencia de superposición dietética entre especies o etapas de vida (Espinoza et al., 2012).

El sabueso pardo (*M. henlei*) es un tiburón que pertenece a la familia Triakidae, que habita en las plataformas continentales del Pacífico subtropical oriental abarcando desde el norte de California hasta el golfo de California, Ecuador y Perú entre las latitudes 43° N y 18° S, desde la superficie hasta los 200 m de profundidad (Méndez, 2008). En cuanto a su tamaño, puede alcanzar hasta 1 metro de longitud total, con un tamaño promedio entre 50 y 60 cm (Méndez, 2008; J. C. Pérez-Jiménez et al., 2014). Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 57 y 60 cm, mientras que los machos lo hacen entre los 55 y 56 cm (Méndez, 2008). Se reproduce vivíparamente, con camadas de hasta 4-6 crías que miden alrededor de 20 cm al nacer, su ciclo de vida se estima en unos 15 años (Méndez, 2008). Dichas estrategias suelen provenir de ambos sexos, sin embargo, el apareamiento en *Mustelus henlei*: tiene los procesos crípticos post-copulatorios de las hembras en la paternidad múltiple, aun así existen pocos estudios que han evaluado los mecanismos que dirigen la selección sexual. (Soto-López et al., 2018) Esta especie es un vivíparo placentario, la cual varía de acuerdo con la región geográfica. (Herrera & Juan, 2023). Los sistemas no siempre reflejan las contribuciones

genéticas realizadas (Byrne & Avise, 2012). Su dieta incluye cangrejos, camarones, calamares y peces pequeños como las anchovetas, con los adultos mostrando una preferencia por los peces óseos en comparación con los juveniles. (Amariles et al., 2017; Rodríguez-Romero et al., 2013). Entre sexos hay algunas diferencias en las dietas, aunque estadísticamente no son significativas. (Soto-López et al., 2018). Mientras que en el estado de madurez si cambia la dieta, los individuos maduros consumen altos volúmenes de cangrejos, y pocos camarones, calamares y peces. (Franco Moreno, 2008)

Los estudios de reproducción permiten estimar parámetros útiles para la evaluación poblacional como: la fecundidad, la talla de madurez y la proporción de sexos (Soto Lopez, 2018). Estos parámetros pueden ser obtenidos a partir del análisis detallado del aparato reproductor de machos y hembras para estimar la madurez reproductiva del organismo en la población (Soto Lopez, 2018). Por otra parte, la presencia de hembras preñadas permite inferir la proporción de hembras que están contribuyendo al crecimiento de la población y la proporción de individuos que están siendo incorporados la población (Soto Lopez, 2018).

Identificar aspectos de madurez sexual y describir variabilidad estacional analizando el desembarque anual del tiburón mamón pardo *M. henlei* del océano pacifico ecuatoriano para obtener la estructura de tallas en general y por sexos a mayor y menor en la cual analiza la relación entre la madurez sexual y factores ambientales estacionales en *M. henlei* e identificar la proporción de machos y hembras en diferentes etapas de madurez sexual a lo largo del muestreo (Soto Lopez, 2018). Así determinar los parámetros reproductivos de la especie para la costa del océano pacifico ecuatoriano (Soto Lopez, 2018).



Fig.1. Características anatómicas y distribución de *Mustelus henlei* (Soto Lopez, 2018).

MATERIALES & MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El muestreo se realizó en el periodo de enero del 2024 a octubre del 2024 en el desembarcadero del muelle artesanal de Jaramijó $0^{\circ}56'35''S$ $80^{\circ}38'17''W$. (Fig 1). Los ejemplares analizados provienen de la pesca artesanal. Las salidas de campo se ejecutaron tres a cinco veces por semana.

En el SCC se distinguen tres corrientes: la Corriente de California con flujo superficial (0-300 m) y con dirección al ecuador, de donde se desprenden aguas con temperaturas y salinidades relativamente bajas y alta concentración de oxígeno disuelto (Lynn & Simpson, 1987).

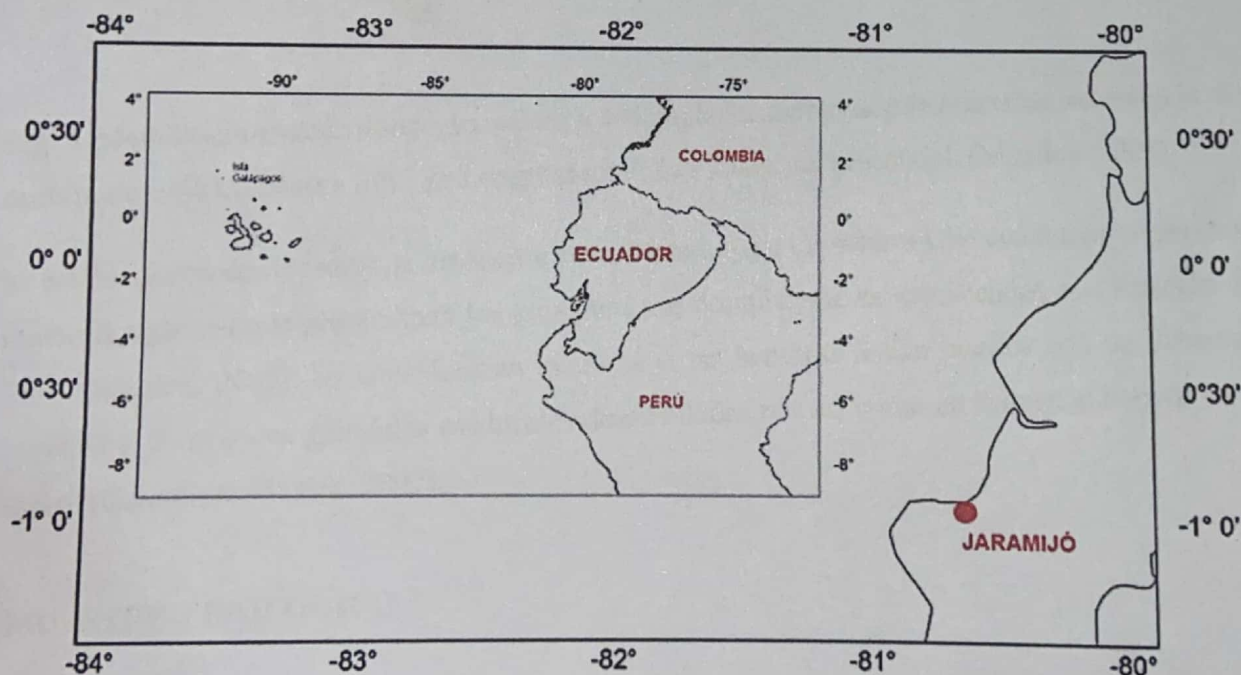


Fig. 2. Área de muestreo Jaramijó, Manabí, Ecuador.

Se identificó a la especie por sus caracteres morfológicos externos utilizando la guía de identificación, los especímenes descargados en el muelle fueron medidos en (cm) lo más preciso posible a partir de una cinta métrica, se tomaron datos de longitud total (LT), longitud precaudal (LP) y longitud Interdorsal (LIP), identificación del sexo, talla y peso de órganos reproductivos e

hígado. Se identificó el sexo del organismo a partir de la presencia o ausencia de órganos copuladores (gonopterigios), en los machos, se midió la longitud de los gonopterigios, desde su punto de inserción en la cloaca hasta la punta distal, además, se evaluarán características como su capacidad de rotación, el nivel de calcificación, la presencia o ausencia de líquido seminal y a las estructuras reproductivas entre machos y hembras con relación a los estados de madurez se realizaron mediante: Prueba de

La talla media de madurez sexual (LT_{50}), es cuando el 50% de la población es madura en este caso se graficó:

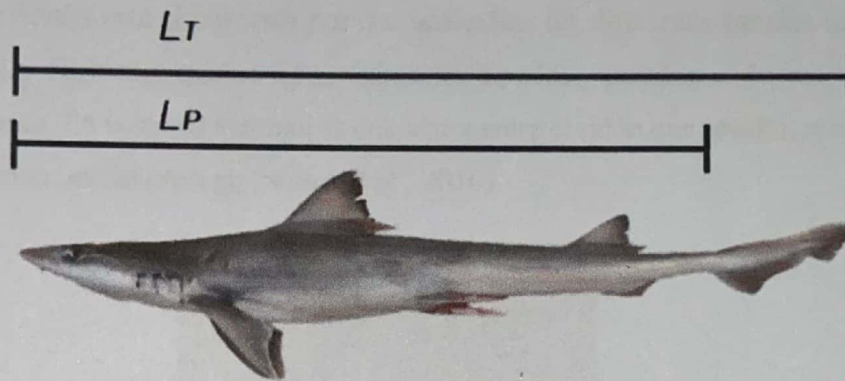


Fig. 3. Medidas morfométricas registrada en los ejemplares capturados de *Mustelus henlei* en la zona costera de Baja California Sur. L_T = Longitud total; L_P = Longitud precaudal. (Méndez, 2008)

Se establecieron dos estadios de desarrollo sexual (maduros e inmaduros). Se consideraron machos maduros aquellos que presentaban los gonopterigios completamente calcificados con rotación de 180° (Hamlett, 2005). Se consideraban maduras si las hembras tenían oocitos con un diámetro superior a 6mm y con glándulas oviducuales desarrolladas por así como embriones o huevos en el útero (Conrath & Musick, 2002).

MUESTREO BIOLÓGICO

Se analizaron un total de 150 especímenes de *M. henlei*, procesando 10 ejemplares semanales durante un período de seis meses, recolectados entre agosto del 2023 hasta febrero del 2024, entre las mediciones realizadas se incluyeron: Longitud total (LT) que se extiende desde la punta del hocico hasta el final de la aleta caudal y Longitud horquilla (LH) que se extiende desde la punta del hocico hasta la última parte cartilaginosa del pez, respecto al peso la medición se la realizó en dos partes,

Peso total (PT) y Peso eviscerado (PE) utilizando una balanza analítica ADAM con una precisión de 0,1 g.

DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO

ESCALA DE MADUREZ EN MACHOS

El estado de Madurez se obtuvo al registrar 38 machos de *M. henlei*, de los cuales se extrajeron 38 aparatos reproductores provenientes del Puerto Pesquero de Jaramijo, el sistema de reproducción del macho en *M. henlei* está compuesto por dos testículos, los diferentes canales que se extienden hasta el epidídimo, y el mismo que va a los diferentes canales y termina en la vesícula seminal antes de llegar a la cloaca. La vesícula seminal se encuentra entre el riñón que se adhiere a la columna vertebral y una membrana que lo protege (Smart et al., 2016)

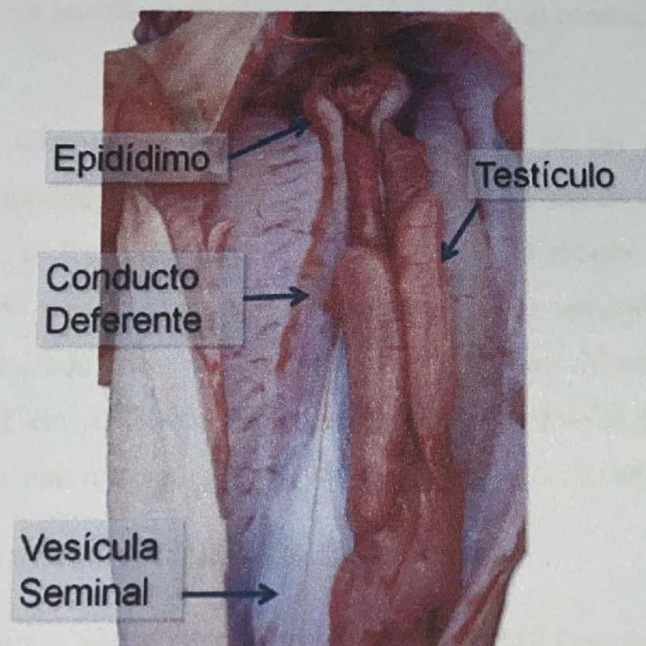


Fig. 4. Morfología del aparato reproductor de un macho de tiburón *M. henlei*. (Silva Santos, 2012)

Estadios de madurez en machos se clasificaron según el desarrollo de sus estructuras reproductivas, dividiéndose en 2 estados juveniles y 1 estado adulto. (Bernal Pérez, 2017)

Estado I – Machos inmaduros: Los machos inmaduros tienen los primeros estadios de un epitelio germinativo, células desorganizadas/espermatogonias primarias, en esta etapa inicial, se puede observar la presencia de un epitelio germinativo, son las células madre responsables de la generación de espermatozoides. Los gonopterigios no alcanzan el borde posterior de las aletas pélvicas, no están

calcificados, carecen de rotación, presentan un rifidón cerrado y no contienen semen. Los testículos son pequeños y de color crema, rodeados por el órgano epigonal, y tanto los conductos como la vesícula seminal no están diferenciados.

Estado II – Machos en maduración: Los testículos son pequeños, tienen un reducido órgano epigonal epigonal son de color amarillo, carecen de rotación, calcificación y apertura del rifidón, y sólo sobresalen ligeramente del borde lateral de la pelvis sin semen. órgano, son de color amarillo, carecen de rotación, calcificación y apertura del rifidón, y sólo sobresalen ligeramente del borde lateral de la pelvis sin semen.

Estado III – Maduro: Los organismos adultos internamente presentaron testículos de color similar rosado, el epidídimo se distingue por tener circunvoluciones de color blanco a lo largo de toda su longitud, y presenta claramente definidas la cabeza y el cuello. En su interior, se pueden observar cilios bien desarrollados, y las células secretoras ya muestran actividad, además, los testículos están desarrollados completamente en forma redonda y alargada, el conducto está completamente lleno de espermatozoides.

Relación longitud total. Los organismos inmaduros, de 40 cm a 53 cm de LT, presentaron gonopterigios sin rotación, ni calcificación, sin presencia de semen y con un tamaño entre 1.9 cm a 3,9 sin sobrepasar el borde de las aletas pélvicas. En el estado de maduración los individuos presentaban entre 54 cm a 58 cm de LT con gonopterigios semicalcificados, con poca rotación y apertura de rifidón, con longitudes entre 5,2 cm a 5,6 cm. Mientras que, los machos maduros estuvieron entre 54 cm a 75 cm, estos organismos presentaban gonopterigios calcificados, con apertura de rifidón, con rotación, presencia de semen y midieron entre 7,1 a 7,4 cm.

ESCALA DE MADUREZ EN HEMBRAS

El estadio de madurez se obtuvo mediante el registro de 112 hembras de *M. henlei*, de las cuales se extrajeron 112 aparatos reproductores, el aparato reproductor de las hembras de *M. henlei* al igual que otros tiburones está compuesto por un solo ovario en el lado derecho del cuerpo sostenido por un mesoovario que llega al oviducto, pero que no se continúa con el mismo. (Soto-López et al., 2018) Presenta una entrada llamada ostium en la parte anterior de la tráquea que se bifurca en dos oviductos los cuales llegan a un par de glándulas oviducales, luego las glándulas continúan en las partes posteriores del oviducto que desembocan cada uno en un útero (Silva Santos, 2012).

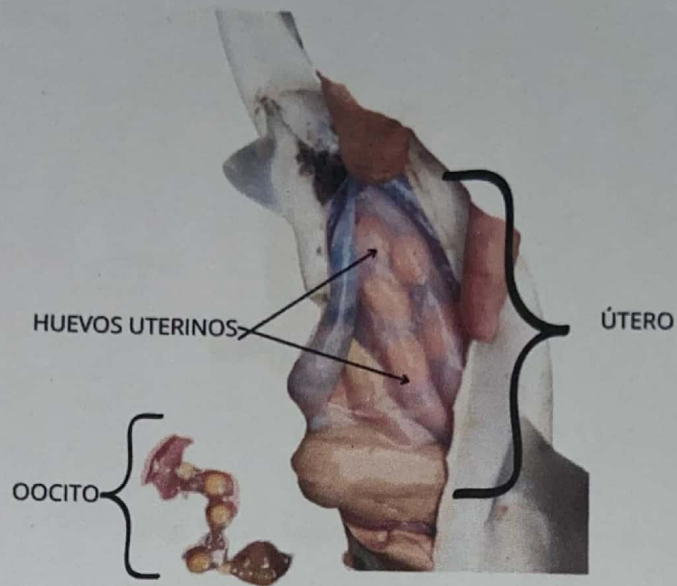


Fig. 5. Morfología del aparato reproductor de una hembra de tiburón *M. henlei*. (Silva Santos, 2012)

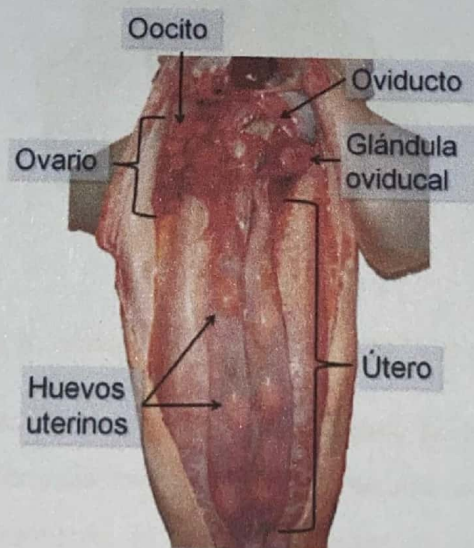


Fig. 6. Morfología del aparato reproductor de aspecto reproductivo hembra de tiburón *M. henlei* (Silva Santos, 2012)



Fig. 7. Gónadas del *M. henlei*.



Fig. 8. Embriones formados del *M. henlei*

Estado I- Inmaduras-juveniles: Presentan ovarios pequeños, su estructura interna gelatinosa o granulada, ovocitos no están diferenciados/ pequeños de manera uniforme, ovarios pequeños, su estructura interna gelatinosa o granulada, lo cual los ovocitos no están diferenciados o todos son pequeños de manera uniforme y granular, oviducto estrecho como un hilo.

Estado II-Maduración sub-adulta: Tienen ovarios un poco agrandados, las paredes son más transparentes, no están listos para reproducirse, muestra vascularización, descanso antes de la reproducción repetida mostrarán cuerpo lúteo en mayor número, los ovarios en la madurez muestran un cuerpo lúteo.

Estado III-Maduras-adultas: Tienen cambios muy notorios por las estructuras reproductivas, ovarios grandes y bien desarrollados, presenta oocitos amarillos, útero color rosado, espermatozoides

en la glándula oviducal, oviducto ancho, cambio histológico, células secretoras activas y epitelio del oviducto.

Estado IV-Desarrollo: El útero es lleno, redondo, contiene yema de huevo, no segmentado, oviducto delgado, crecimiento significativo.

Estado V-Diferenciado: El oviducto muestra un crecimiento claramente visible, ya fertilizados y se desarrollan como embriones dentro del útero y ovarios amplios debido al crecimiento.

Estado VI-esperando (grávidas)- Se caracterizaron por presentar úteros de color crema/rosado con abundantes venas, embriones formados en el útero, la yema de los sacos vitelinos es reducida, filamentos pigmentados y branquias externas perdida.

Madurez sexual

Los datos de la etapa de madurez se convirtieron una categoría de madurez binaria (inmadura = 0 y madura = 1) para análisis estadístico. Estimaciones de la talla de madurez se obtuvo para machos y hembras utilizando un modelo de regresión logística. (Walker, 2005))

$$P(l) = P_{max} \left(1 + e^{-\ln(19) \left(\frac{l-50}{195-150} \right)} \right)^{-1}$$

Proporción sexual

Se recolectaron un mayor número de individuos hembras ($n = 112$), que de machos ($n = 38$), la proporción sexual estimada fue de 0.33M:1H, de acuerdo al resultado de la prueba chi cuadrado ($\chi^2 = 36.507$, $df = 1$, $p\text{-value} = 1.521e-09$). Por lo que es es significativamente diferente de la proporción esperada de 1M:1H

Madurez sexual L50

Para estimar la talla de madurez sexual (L_{50}), se aplicó un modelo binomial generalizado, donde los organismos inmaduros (estadios I y II) fueron codificados como 0, y los organismos maduros (estadios III, IV y V) como 1. Este análisis se llevó a cabo utilizando el paquete AquaticLifeHistory. (Walker, 2005)

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN DE TALLAS MACHO Y HEMBRA

Se muestreó un total de 150 ejemplares (38 machos y 112 hembras), en los meses en que se registra la especie en la captura, fueron de enero a octubre de este presente año, con variación estacional entre la zona del muestreo del puerto pesquero de Jaramijó, siendo más común su talla de madurez los primeros meses del año hasta el último mes de octubre. Además, hubo un total de individuos 67 inmaduros y un total de 83 maduros en sexos combinados, con 48 hembras inmaduras y 19 machos inmaduros

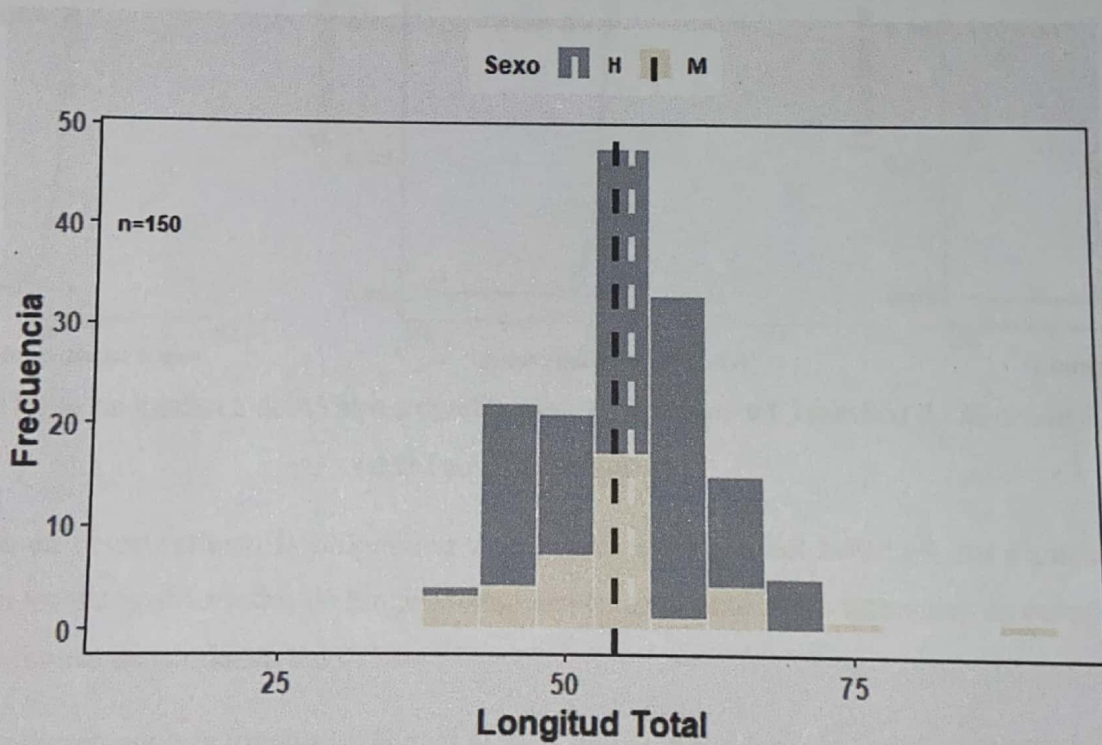


Fig. 9.

Distribución de tallas de las hembras y machos de *Mustelus henlei*

Los datos no siguen normalidad y se usó la prueba U de Mannz-Whitney para comparar su distribución en las longitudes. El histograma (Fig 9), muestra la **frecuencia de longitud total por sexo** (Hembras en gris y Machos en beige), con la mayoría de los individuos entre 45 y 55 cm. Las hembras predominan en frecuencia y tienen una longitud promedio ligeramente mayor que los machos. Total, de individuos: $n = 150$

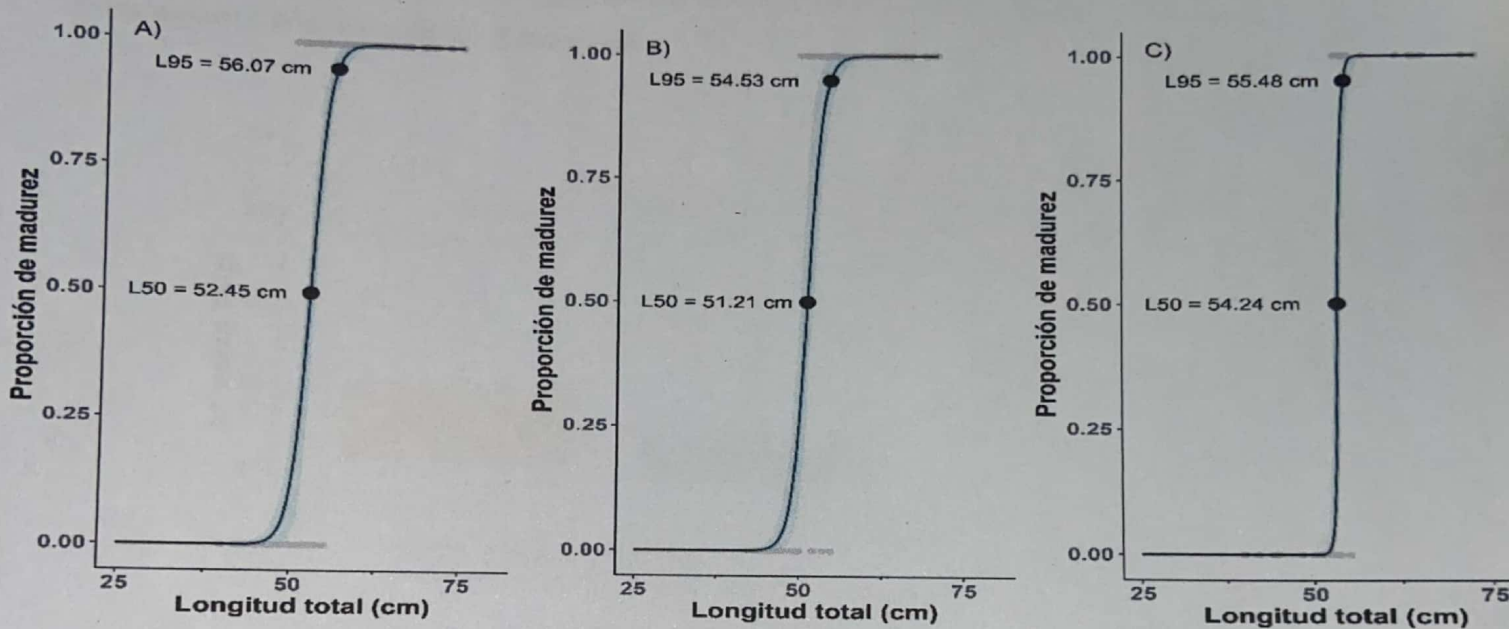


Fig. 10. Ovíjias de madurez de A) sexos combinados, B) hembras y C) machos de *Mustelus henlei* en el Pacífico ecuatoriano.

Los puntos en negro reflejan la proporción de madurez estimada del L50:L95, los puntos grises representan los datos observados de longitud-madurez en cada sexo, y los intervalos en color celeste indican los límites de confianza del 95%.

(Fig 9B), representando la longitud a la cual el 50% de los individuos de la población comienzan a reproducirse, por lo que una talla mínima cercana a 51.21 cm sería adecuada para proteger la población reproductora en un aspecto pesquero. Sin embargo, para asegurar que una mayor proporción de hembras se reproduzca al menos una vez, se recomienda establecer la talla mínima cerca de $L95 = 54.53$ cm.

La longitud total en la que el 50% de las hembras de *M. henlei* alcanzan la madurez sexual es $L50 = 51.21$ cm, mientras que en machos es de $L50 = 54.24$ cm, representando la longitud a la cual el 50% de los individuos de la población comienzan a reproducirse (Fig 9), por lo que una talla mínima cercana a 51.21 cm hembras y 54.24 en machos sería adecuada para proteger la población reproductora en un aspecto pesquero. Sin embargo, para asegurar que una mayor proporción de

hembras se reproduzca al menos una vez, se recomienda establecer la talla mínima cerca de $L_{95} = 54.53$ cm (hembra) y $L_{95} = 55.48$ cm (macho).

En sexos combinados, maduran alrededor de los 52.45 cm, además la curva de individuos maduros aumenta rápidamente a partir de los 50 cm y se estabiliza alrededor de 55 cm (Fig 9A), por lo que establecer una talla mínima de captura por encima de este valor ayudaría a proteger los individuos reproductores y la sustentabilidad de la especie.

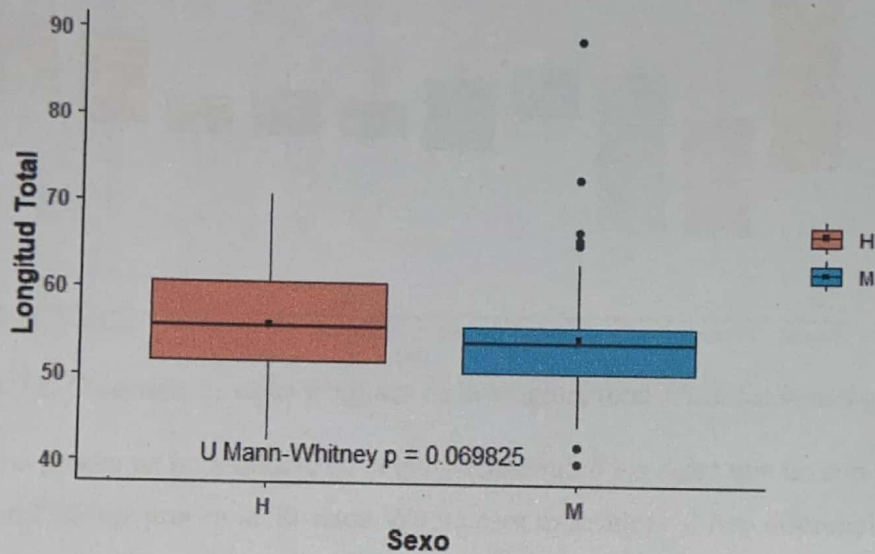


Fig. 11. Gráfico de cajas y bigotes de la longitud total de *Mustelus henlei* por sexo.

Se realizó una prueba de normalidad, la cual dio como resultado que los datos no son para métricos, por lo tanto, se utilizó la prueba de U Mann Whithney para determinar si hay diferencia significativa o no en ambos grupos. La gráfica compara la longitud total entre sexos (H y M). Aunque el grupo "H" muestra una mediana ligeramente mayor, el valor $p = 0.0698$ indica que la diferencia no es estadísticamente significativa ($p > 0.05$). El grupo "M" presenta más valores atípicos.

DISTRIBUCIÓN DE MESES.

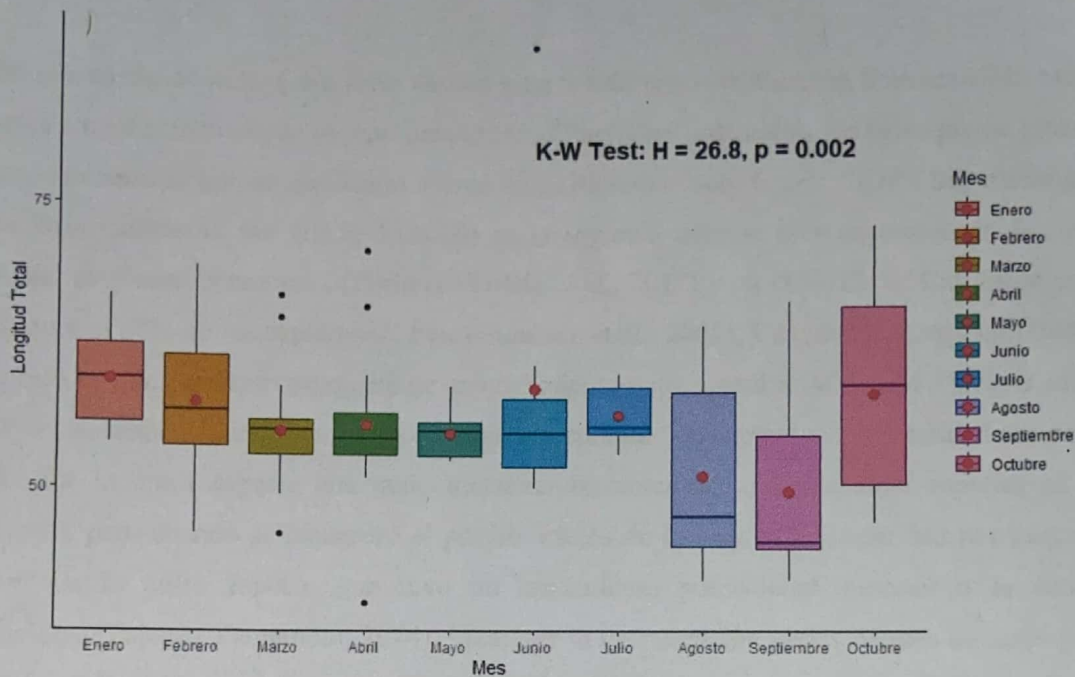


Fig. 12. Diagrama de cajas y bigotes de la longitud total *Mustelus henlei* por meses.

Se realizó una prueba de normalidad, en la que se determinó los datos que no son para métricos, por lo tanto, se utilizó una prueba de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias significativas o no entre los grupos. La gráfica muestra la variación mensual de la **longitud total**, con diferencias estadísticamente significativas entre los meses usando un test de Kruskal-Wallis ($H = 26.8$, $p = 0.002$). Los meses de **Enero, Septiembre y Octubre** presentan las longitudes promedio más altas (diamantes rojos), mientras que de **Marzo a Mayo** se observan las menores longitudes y menos dispersión. Esto sugiere una variación clara a lo largo del año, con tendencia a mayores valores en los primeros y últimos meses.

DISCUSIÓN

El tiburón cazón de leche (*Mustelus Henlei*), ha tenido una investigación limitada en la captura de la pesca artesanal incluyendo su reproducción en el Pacífico Ecuatoriano, los hallazgos de esta especie solo se encontró el trabajo publicado acerca de su biología (Soto Lopez, 2018). Sin embargo, en la costa Baja California Sur (BCS, México) es la segunda especie más capturada en la pesquería artesanal de elasmobranquios, (Furlong-Estrada et al., 2017) y en el Golfo de California es donde representa el 80% de las capturas (J. Pérez-Jiménez et al., 2005). Cuando se agrega una mortalidad por pesca la única especie que mantiene un crecimiento poblacional es *M. henlei*. (Silva et al., 2019) Así mismo, cuando se incorporó el porcentaje no reportado de captura a la mortalidad por pesca, *M. henlei* fue la única especie que pudo mantener un crecimiento poblacional superior al estable ($\lambda=1, r=0$), pero cuando se incorporó el posible efecto de la veda a la mortalidad por pesca el *M. henlei* fue la única especie que tuvo un crecimiento poblacional superior a la estabilidad poblacional. (Fajardo Yamamoto, 2014). Mediante la investigación varias fuentes de otros países se registró la talla máxima varían entre 93cm (Méndez, 2008), a 1 metro y 153 cm de longitud total (L_T) (Soto Lopez, 2018), en Ecuador se registró su talla máxima en 120 cm (Méndez, 2008).

En el presente estudio *M. Henlei* presentó tallas similares a lo reportado en el 2006 donde las tallas de machos oscilaron entre 41-90 cm LT y las hembras entre 36- 68 cm de LT en el mismo sitio de estudio (Jiménez, 2006). En diferentes países existen diferencia de tallas estudiados con selectividad y respetando su zona de captura. (Smart et al., 2016) Al comparar la estructura de tallas por sexo se observó que las hembras fueron más abundantes que los machos en los intervalos de tallas mayores a 65 cm de LT, de igual forma se encontró que las hembras alcancen mayores tallas que los machos (Conrath & Musick, 2002) (Silva Santos, 2012). Así mismo (Sims, 2006), menciona que en la mayoría de las especies de tiburones las hembras son de mayor tamaño que los machos y que esta diferencia radica en los requerimientos energéticos que las hembras utilizan para el proceso de reproducción. Además, este tipo de dimorfismo sexual la mayoría presentan un modo de reproducción vivípara (Sims, 2006).

En Baja California Sur sólo se registraron los meses de marzo a julio, que corresponden a la temporada de primavera-verano, temporada fueron grabados, es posible que durante esta época se hayan presentado migraciones temporales, las hembras mostraron estaturas mayores que los machos en el área de estudio, lo cual es comparable a lo reportado para la especie en GC. (J. C. Pérez-Jiménez & Sosa-Nishizaki, 2008), California (Yudin & Cailliet, 1990) y Costa Rica, en las categorías de sexo,

el estadio de madurez y temporada no se encontraron diferencias en el nivel trófico y amplitud trófica. Sin embargo. Esto mismo fue reportado para el Golfo de California (Moreno-Sánchez et al., 2012)

El aumento en las capturas de elasmobranquiós y la expansión de las áreas explotadas ha generado preocupación, debido a que tienen una estrecha relación población-reclutamiento y períodos largos de recuperación en respuesta a la pesca excesiva son caracterizados por tener tasas de crecimiento poblacional bajas y productividad biológica baja, como consecuencia de la madurez sexual tardía, baja fecundidad y alta longevidad y estructuras poblacionales espaciales complejas (segregación por tamaño/sexo y migraciones estacionales) (Bonfil, 1994). En Australia algunas especies de tiburones pueden ser capturadas y manejadas de manera racional, principalmente las especies pequeñas que maduran sexualmente más rápido y tienen un mayor número de crías, por ejemplo, la pesquería del gummy shark (*Mustelus antarcticus*) se mantiene en niveles sustentables (Silva Santos, 2012).

Por falta de investigación científica del *Mustelus Henlei* se tuvo que recurrir a buscar información sobre las etapas de reproducción en otras especies de tiburones, la cual tengan la misma similitud, teniendo seis etapas al igual que el *M. Henlei*, por ende, se ubicó los más cercanos (Toro Almagro, 2012).

Tabla I. Comparación de los parámetros reproductivos de poblaciones de *Mustelus henlei* en el Pacífico Oriental. LT = longitud total. (Silva et al., 2019)

Parámetros	California	Norte del Golfo de California	Baja California Sur
Reproductivos.	(Yudin & Cailliet, 1990)	(Méndez, 2008)	(Silva Santos, 2012)
Ciclo reproductivo		Anual	Anual
Talla de madurez (cm de LT) machos	51-63	55 - 60	55-56
Talla de madurez (cm de LT) hembras	52-66	57 - 60	57-66
Talla de nacimiento (cm de LT)	19-30	26.5	28
Fecundidad			
Periodo de gestación (meses)	1-10	10	10
Periodo de nacimiento	-	Mayo-Agosto	Mayo-Septiembre

Así mismo se encontraron diferencias con la fecundidad reportada para las poblaciones de la costa de California, GC y Baja California (Méndez, 2008; Silva Santos, 2012; Yudin & Cailliet, 1990). Las diferencias en los parámetros de reproducción son por ejemplo, talla de madurez y fecundidad, podrían ser atribuidas a las variaciones en la temperatura del agua en cada zona de estudio; la temperatura superficial del mar varía de 18- 28°C (Escalante et al., 2013), mientras que en las costas de California la temperatura varió de 18 a 20°C (Nezlin, 2004), dichas temperaturas son 32 considerablemente un poco diferente a las que se pueden registrar para la costa occidental de BCS (12-30 °C) (Sicard-Gonzalez et al., 2012).

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi papá, quien ya no está físicamente conmigo, donde sea que estés quiero que sepas que gracias por tu apoyo que tuviste siempre hacia a mí, A ti papá, por enseñarme lo que es el esfuerzo, perseverancia y amor. Aunque no pudiste verme cumplir este logro tu presencia siempre vivirá en mí, tu memoria vive en mí. Si juntara las palabras de los idiomas no podrían describir cuanto te amo papá. Mamá por hacer todo el esfuerzo de que llegara hasta aquí, hacer que no me rinda nunca, por todo ese amor y fuerza por nunca dejarme sola y quererme hasta el final.

REFERENCIAS

- Amariles, D. F., Navia, A. F., & Giraldo, A. (2017). Food resource partitioning of the *Mustelus lunulatus* and *Mustelus henlei* (Elasmobranchii: Carcharhiniformes). *Environmental Biology of Fishes*, 100(6), 717-732. <https://doi.org/10.1007/s10641-017-0598-x>
- Bernal Pérez, S. (2017). *Biología reproductiva del Tiburón Cephaloscyllium ventriosum (Carcharhiniformes: Scyliorhinidae) en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México*. [Thesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4236830>
- Bonfil, R. (1994). *Overview of world elasmobranch fisheries*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/v3210e>
- Byrne, R. J., & Avise, J. C. (2012). Genetic mating system of the brown smoothhound shark (*Mustelus henlei*), including a literature review of multiple paternity in other elasmobranch species. *Marine Biology*, 159(4), 749-756. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1851-z>
- Campos, B., Fish, M., Jones, G., Riley, R., Allen, P., Klimley, A., Cech, J., & Kelly, J. (2009). Movements of brown smoothhounds, *Mustelus henlei*, in Tomales Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 85, 3-13. <https://doi.org/10.1007/s10641-009-9462-y>

- Compagno, J. V. (1984). *FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes—Latest publications*. <https://www.fao.org/fishery/en/publications/35622>
- Conrath, C. L., & Musick, J. A. (2002). Reproductive Biology of the Smooth Dogfish, *Mustelus canis*, in the Northwest Atlantic Ocean. *Environmental Biology of Fishes*, 64(4), 367-377. <https://doi.org/10.1023/A:1016117415855>
- Escalante, F., Valdez-Holguín, J. E., Álvarez-Borrego, S., & Lara-Lara, J. R. (2013). Temporal and spatial variation of sea surface temperature, chlorophyll a, and primary productivity in the Gulf of California. *Ciencias Marinas*, 39(2), Article 2. <https://doi.org/10.7773/cm.v39i2.2233>
- Espinoza, M., Clarke, T. M., Villalobos-Rojas, F., & Wehrmann, I. S. (2012). Ontogenetic dietary shifts and feeding ecology of the rasptail skate *Raja velezi* and the brown smoothhound shark *Mustelus henlei* along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Journal of Fish Biology*, 81(5), 1578-1595. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03410.x>
- Franco Moreno, A. (2008). Espectro trófico del Tollo vieja *Mustelus henlei* (PISCES: TRIAKIDAE), capturado con red de arrastre camaronero y mallador entre la parte norte de Buenaventura y Boca San Juan, Pacífico colombiano. http://unicornio.utadeo.edu.co/tesis/biologia_marina/T851.pdf. <https://doi.org/10/1218>
- Furlong-Estrada, E., Galván-Magaña, F., & Tovar-Ávila, J. (2017). Use of the productivity and susceptibility analysis and a rapid management-risk assessment to evaluate the vulnerability of sharks caught off the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Fisheries Research*, 194, 197-208. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.06.008>
- Hamlett, W. C. (2005). *Biología reproductiva y filogenia de los condriactos: Tiburones, batoideos y quimeras, volumen 3*.

- Herrera, R., & Juan, J. (2023). *Sistema de apareamiento en Mustelus henlei: Influencia de los procesos crípticos post-copulatorios de las hembras en la paternidad múltiple*.
http://repositorio.uas.edu.mx/jspui/handle/DGB_UAS/515
- Jiménez, J. C. P. (2006). *Biología y taxonomía de los tiburones del género Mustelus (Elasmobranchii) de la región norte del Golfo de California*.
- Lynn, R. J., & Simpson, J. J. (1987). The California Current system: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 92(C12), 12947-12966.
<https://doi.org/10.1029/JC092iC12p12947>
- Martínez-Ortiz, J. (2010). *Guía de campo para la identificación de los principales tiburones del Océano Pacífico Oriental: Proyecto APEC FWG 01/2001*. APEC.
- Méndez, I. (2008). *Edad y crecimiento del cazón pardo Mustelus henlei (Gill, 1863) en la región norte del Golfo de California*.
- Moreno-Sánchez, X. G., Escobar-Sánchez, O., Abitia-Cárdenas, L. A., & Cruz-Escalona, V. H. (2012). Diet composition of the sicklefin smooth-hound shark *Mustelus lunulatus* caught off El Pardito Island, Baja California Sur, Mexico. *Marine Biodiversity Records*, 5, e67.
<https://doi.org/10.1017/S1755267212000504>
- Nezlin, N. (2004). Sub-seasonal to interannual variations of sea surface temperature, salinity, oxygen anomaly, and transmissivity in Santa Monica Bay, California from 1987 to 1997. *Continental Shelf Research*, 24. [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(04\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(04)00060-3)
- Pérez-Jiménez, J. C., Assessments), A. C. (Shark S.-E., Dave Ebert (Moss Landing Marine Labs, P. S. R. C., Victoria Vásquez (Pacific Shark Research Center, M. L. M. L., & University), C. C. (California S. (2014). IUCN Red List of Threatened Species: *Mustelus henlei*. *IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/en>
- Pérez-Jiménez, J. C., & Sosa-Nishizaki, O. (2008). Reproductive biology of the brown smoothhound shark *Mustelus henlei*, in the northern Gulf of California, México. *Journal of Fish Biology*, 73(4), 782-792. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.01939.x>

- Pérez-Jiménez, J., Sosa-Nishizaki, O., & Castillo-Geniz, J. (2005). A New Eastern North Pacific Smoothhound Shark (Genus *Mustelus*, Family *Triakidae*) from the Gulf of California. *Copeia*, 2005, 834-845. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2005\)005\[0834:ANENPS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2005)005[0834:ANENPS]2.0.CO;2)
- Rodríguez-Romero, J., Álvarez-Bauman, E., Ochoa-Díaz, M. R., López-Martínez, J., & Maldonado-García, M. (2013). Hábitos alimentarios de *Mustelus henlei* en la costa Occidental de Baja California Sur, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(2), 261-271. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572013000200006>
- Sicard-Gonzalez, M. T., Tripp, M., & Lluch-Cota, S. (2012). Collection of high frequency sea surface temperature data records from coastal marine ecosystems of the Baja California Peninsula. *Oceánides*, 27, 65-69.
- Silva, S., Barca, S., Vieira-Lanero, R., & Cobo, F. (2019). *Lamprea marina – Petromyzon marinus Linnaeus, 1758*. 16.
- Silva Santos, J. (2012). *Biología reproductiva del tiburón mamón pardo Mustelus henlei (Gill, 1863) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México*.
- Sims, D. (2006). Differences in habitat selection and reproductive strategies of male and female sharks. *Sexual segregation in vertebrates: Ecology of the two sexes*, 127-147. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511525629.009>
- Smart, J. J., Chin, A., Baje, L., Green, M. E., Appleyard, S. A., Tobin, A. J., Simpfendorfer, C. A., & White, W. T. (2016). Effects of Including Misidentified Sharks in Life History Analyses: A Case Study on the Grey Reef Shark *Carcharhinus amblyrhynchos* from Papua New Guinea. *PLOS ONE*, 11(4), e0153116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153116>
- Soto Lopez, K. (2018). *Demografía del tiburón mamón pardo Mustelus henlei (Gill, 1863) en la costa occidental de Baja California Sur, México*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20261.19681>

- Soto-López, K., Ochoa-Báez, R. I., Tovar-Ávila, J., & Galván-Magaña, F. (2018). Reproductive biology of the brown smooth-hound shark, *Mustelus henlei* (Chondrichthyes: Triakidae), off northwestern Mexico based on macroscopic and histological analyses. *Ciencias Marinas*, 44(2), Article 2. <https://doi.org/10.7773/cm.v44i2.2805>
- Toro Almagro, E. X. (2012). *Evaluación de la madurez sexual del tiburón tinto Isurus oxyrinchus rafinesque, 1810, en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa durante enero del 2011 – diciembre del 2011* [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2012.]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/860>
- Yudin, K. G., & Cailliet, G. M. (1990). Age and Growth of the Gray Smoothhound, *Mustelus californicus*, and the Brown Smoothhound, *M. henlei*, Sharks from Central California. *Copeia*, 1990(1), 191-204. <https://doi.org/10.2307/1445835>
- Walker, TI (2005). *Reproducción en la ciencia pesquera*. En: Hamlett WC, editor. *Biología reproductiva y filogenia de los condriactios: tiburones, batoideos y quimeras*. Enfield, NH: [file:///C:/Users/QWERTY/Downloads/Smart%20et%20al.%20\(2016a\).pdf](file:///C:/Users/QWERTY/Downloads/Smart%20et%20al.%20(2016a).pdf)